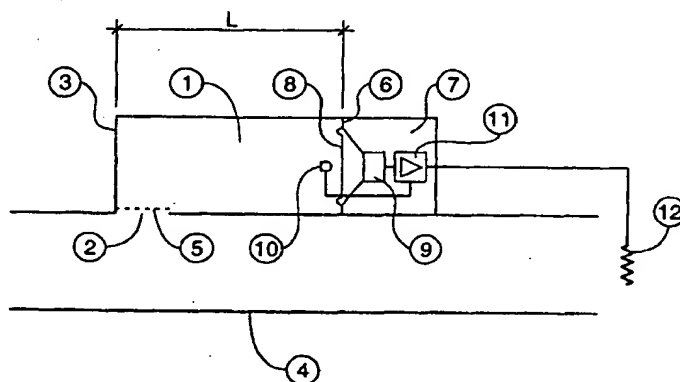


(51) Internationale Patentklassifikation 7 : G10K 11/172, F01N 1/06, 1/02, 1/22	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/36589 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Juni 2000 (22.06.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/09966 (22) Internationales Anmeldedatum: 15. Dezember 1999 (15.12.99) (30) Prioritätsdaten: 198 61 018.1 15. Dezember 1998 (15.12.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUN- HOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leon- rodstrasse 54, D-80636 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRÜGER, Jan [DE/DE]; Waldburgstrasse 60, D-70563 Stuttgart (DE). LEISTNER, Philip [DE/DE]; Neubauerweg 10, D-70569 Stuttgart (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>	

(54) Title: CONTROLLED ACOUSTIC WAVEGUIDE FOR SOUNDPROOFING**(54) Bezeichnung:** GESTEUERTER AKUSTISCHER WELLENLEITER ZUR SCHALLDÄMPFUNG**(57) Abstract**

The invention relates to a controlled acoustic wave guide configured as an elongated hollow chamber (1) which via an opening (2) in its first face end (3) is connected to a sound-conducting channel (4). The longitudinal resonances of the hollow chamber (1) can be adjusted to a sound spectrum to be dampened. To this end diaphragm vibrations are detected by means of a microphone (10) which is positioned directly in front of the diaphragm (8) of at least one loud-speaker (9) at the second face-end (6) of the hollow chamber (1). The microphone signal is then inverted using an amplifier (11) and fed back to the loud-speaker (9) after amplification in accordance with a sensor (12) signal characterizing the sound spectrum in the channel (4).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen gesteuerten akustischen Wellenleiter nach Art einer langgestreckten Hohlkammer (1), der über eine Öffnung (2) an seiner ersten Stirnseite (3) mit einem schallführenden Kanal (4) verbunden ist, wobei die Längsresonanzen der Hohlkammer (1) auf ein zu dämpfendes Schallspektrum abstimmbare sind, indem mittels eines Mikrofons (10), das sich unmittelbar vor der Membran (8) mindestens eines Lautsprechers (9) an der zweiten Stirnseite (6) der Hohlkammer (1) befindet, die Membranschwingungen erfaßt werden und das Mikrofonsignal mit einem Verstärker (11) invertiert und in Abhängigkeit von einem das Schallspektrum im Kanal (4) charakterisierenden Signal eines Sensors (12) verstärkt an den Lautsprecher (9) rückgekoppelt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

BESCHREIBUNG

Gesteuerter akustischer Wellenleiter zur Schalldämpfung

1. Gegenstand der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen gesteuerten akustischen Wellenleiter zur Schalldämpfung nach Art einer langgestreckten Hohlkammer, der über eine Öffnung an seiner ersten Stirnseite mit einem schallführenden Kanal verbunden ist und dessen Längsresonanzen auf ein zu dämpfendes Schallspektrum abstimmbar sind, indem mittels eines Mikrofons, das sich unmittelbar vor der Membran mindestens eines Lautsprechers an der zweiten Stirnseite der Hohlkammer befindet, die Membranschwingungen erfaßt werden und das Mikrofonsignal mit einem Verstärker invertiert und in Abhängigkeit von einem den Schall im Kanal charakterisierenden Signal eines Sensors verstärkt an den Lautsprecher rückgekoppelt wird.

2. Stand der Technik

Zur Dämpfung von tieffrequentem Lärm in Kanälen sind Schalldämpfer bekannt, bei denen die Längsresonanzen langgestreckter Hohlkammern, sogenannter akustischer Wellenleiter, ausgenutzt werden, z. B. nach DE 19612572, oder Lamancusa, J.S.: An actively tuned passive muffler system for engine silencing. Proceedings Noise-Con 87, 1987, S. 313-318. Diese Wellenleiter sind über eine stirnseitige Öffnung an den schallführenden Kanal angekoppelt und stehen entweder senkrecht vom Kanal ab oder schmiegen sich parallellaufend an diesen an. Insbesondere bei der ersten Längsresonanz, bei der die Kammerlänge einem Viertel der Wellenlänge der Resonanzfrequenz entspricht, werden schmalbandig hohe Dämpfungen erreicht. Diese Begrenzung des Frequenzbereiches ist jedoch problematisch, wenn entweder eine breitbandige Dämpfung gefordert ist oder sich das bei der Dimensionierung des Wellenleiters zugrunde gelegte Lärmspektrum ändert. Die notwendige Anpassung der Kammerlänge wird in Lamancusa zumindest stufenweise realisiert, indem von vornherein sehr lange Kammern mit Unterteilungen vorgesehen sind, die bei Bedarf geöffnet bzw. geschlossen werden können. Eine andere Möglichkeit, die nachteilige Schmalbandigkeit zu umgehen, ist die gleichzeitige Verwendung unterschiedlicher Kammerlängen nach US 19612572.

Eine weitere Gruppe von Schalldämpfern und -absorbern für tiefe Frequenzen umfaßt Hohlraumresonatoren, d.h. sowohl akustische Wellenleiter nach Okamoto, Y.; Boden, H.; Abom, M.: Active noise control in ducts via side-branch resonators. Journ. of the Acoust. Soc. of America 96 (1994), H. 9, S. 1533-1538, als auch Helmholtz-Resonatoren nach DE 4226885, oder US 5233137, die über eine Öffnung mit einem schallführenden Kanal oder Raum verbunden sind und deren Eigenschaften mit elektroakustischen bzw. aktiven Komponenten verändert werden. Diese Systeme verbindet die Vorgehensweise, daß sich mindestens ein Mikrofon im Kanal oder Raum befindet. Das damit erfaßte Schalldrucksignal dient nach einer Filterung, Verstärkung und weiteren Analyseschritten als Regelgröße für mindestens einen Lautsprecher im

Wellenleiter oder Hohlraum. Im Ergebnis strahlt der Lautsprecher ein Signal ab, das sich, wiederum nach seiner Modifikation durch den Resonator, mit dem Schall am Ort des Mikrofons im Kanal oder Raum gegenphasig überlagert und dadurch eine Schalldämpfung bewirkt. Durch diese aktiv beeinflussten Resonatoren können einerseits bei tiefen Frequenzen hohe Schalldrücke erzeugt und damit auch gedämpft werden, und andererseits ist zumindest der Lautsprecher vor möglichen z.B. thermischen Belastungen im Kanal geschützt. Nachteile dieser Verfahren bestehen in der festgelegten Dimensionierung der Resonatoren, unabhängig von möglichen Änderungen des ursprünglich zugrunde gelegten Schallspektrums im Kanal, sowie im fehlenden Schutz des Mikrofons.

Anstelle der bislang erwähnten Hohlraumresonatoren wird in DE 4027511 ein passives Subsystem verwendet, das vorzugsweise aus passiven Absorberschichten und schützenden Deckschichten besteht. Auch hierbei richtet sich die Funktion der rückseitig angebrachten elektroakustischen Komponenten auf die Modifikation des passiven Absorbers mit dem Ziel, an dessen Vorderseite eine theoretisch optimale akustische Impedanz zu erzeugen, die möglichst hohe Ausbreitungsdämpfung im angeschlossenen schallführenden Kanal verspricht. Dieses Verfahren setzt voraus, daß ein in der DE 4027511 vorgeschlagener Signalformer erstens das Eigenverhalten aller elektroakustischen Komponenten (Mikrofon, Lautsprecher, Box, etc.) kompensiert und zweitens dem System die gewünschte Abschlußimpedanz aufprägt. Es wurden die Eigenschaften der Komponenten gründlich untersucht und beschrieben. Danach sind zur Umsetzung dieses Verfahrens zwangsläufig komplexe und in der Praxis nur näherungsweise realisierbare Übertragungsfunktionen des Signalformers zu implementieren.

Gänzlich ohne zusätzliche passive Schichten oder Resonanzsysteme kommen reaktive Schalldämpfer nach WO 97/43754 aus, bei denen die Membran eines Lautsprechers unmittelbarer Bestandteil der Wand eines schallführenden Kanals ist und die mittels einer Rückkopplungsschaltung geregelten bzw. verstärkten Membranschwingungen das Schallfeld im Kanal direkt beeinflussen. Die auch hier notwendige Anpassung an ein zu dämpfendes Schallspektrum beruht auf der Dimensionierung des Resonanzsystems bestehend aus Membranmasse und der dahinter befindlichen Luftfeder in Gestalt des Rückvolumens.

Aufgabe der Erfindung ist es den Wirkungsgrad der Schalldämpfung in Kanälen o.ä. zu verbessern und die Herstellungskosten der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu verringern.

Die Aufgabe wird durch die Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

3. Beschreibung

Der Ausgangspunkt des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters nach Fig. 1 besteht in einer langgestreckten Hohlkammer (1) mit ausgeprägten Längsresonanzen, die über eine Öffnung (2) an der ersten Stirnseite (3) mit einem schallführenden Kanal (4) oder Raum akustisch verbunden ist. Die Länge L der Hohlkammer (1) richtet sich nach dem im Kanal (4) auftretenden Schallspektrum, bei dem die Frequenzen mit der

höchsten Schallamplitude betriebsbedingt in einem bestimmten Bereich schwanken, z.B. als Folge einer wechselnden Gastemperatur im Kanal (4). Die Länge L entspricht in diesem Fall etwa einem Viertel der Wellenlänge der oberen Grenzfrequenz dieses Bereiches. An der zweiten Stirnseite (6) der Hohlkammer (1) befindet sich vor einem weiteren Hohlraum (7) die Membran (8) mindestens eines Lautsprechers (9), wobei der Hohlraum (7) als Luftfeder und die Membran (8) als flächenhafte Masse ein Resonanzsystem bilden. Unmittelbar vor der Membran (8) ist ein Mikrofon (10) zur Erfassung der Membranschwingungen positioniert. Das Mikrofonsignal liegt am Eingang eines invertierenden Verstärkers (11) mit einstellbarer Verstärkung an, dessen Ausgangssignal zur Ansteuerung des Lautsprechers (9) dient. In Abhängigkeit von der Höhe der Verstärkung ändern sich die Membranschwingungen und damit die akustisch wirksame Länge der Hohlkammer (1), die deutlich (ca. viermal) größer als die tatsächliche Länge L ist. Die infolge der erhöhten Verstärkung erreichte akustisch wirksame Verlängerung der Hohlkammer (1) bedeutet eine Verschiebung ihrer ersten Längsresonanz zu tieferen Frequenzen, vorteilhafterweise bis zur unteren Grenze des Frequenzbereiches des im Kanal (4) auftretenden Schallspektrums. Die Einstellung der Verstärkung beruht auf dem Steuersignal von mindestens einem zusätzlichen Sensor (12), der eine für die Frequenzen mit der höchsten Schallamplitude im Kanal charakteristische Größe an den Verstärker (11) liefert.

Als Sensor (12) sind beispielsweise Temperaturfühler im Kanal (4), Drehzahlgeber an Ventilatoren, Generatoren oder Motoren sowie Meßglieder für den Gasfluß von Brennern und Abgassystemen zu nennen. Vorteilhafterweise kommt der Sensor (12) ohne einen gesonderten Schutz aus, wie er z.B. bei Mikrofonen in einem Abgassystem erforderlich wäre. Eine beispielhafte, besonders einfache Ausführung des Sensors (12) stellt ein temperaturabhängiger Widerstand dar, der die Temperatur im Kanal (4) erfaßt und gleichzeitig Teil des Rückkopplungszweiges eines an sich bekannten invertierenden Verstärkers (11) ist und dadurch dessen Gesamtverstärkung steuert. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen beziehen die Verwendung spannungs- und stromgesteuerter Verstärker (11) ein und erweitern die Auswahl möglicher Sensoren (12).

Zum Schutz gegen eine mögliche Verschmutzung der Hohlkammer (1) und gegen eindringende heiße Abgase aus dem Kanal (4) befindet sich vor oder hinter der Öffnung (2) zum Kanal (4) eine schalldurchlässige Abdeckung (5) aus Lochblech, Vlies, Folie und dergleichen. In Abhängigkeit von baulichen Gegebenheiten in der Umgebung des Kanals (4) kann die Hohlkammer (1) eine gerade oder gekrümmte Form aufweisen, schräg oder senkrecht vom Kanal abstehen oder in Längsrichtung am Kanal (4) anliegen. In diesem Fall ist, wie in Fig. 2 gezeigt, eine Wärmedämmschicht (13) zwischen Hohlkammer (1) und Kanal (4) vorgesehen. Bei zu erwartender Erwärmung der Hohlkammer (1) verbessern die in Fig. 2 dargestellten Kühlkörper (14) als Teil der Hohlkammerwand die Wärmeabfuhr ebenso wie eine erzwungene Kühlung (15) nach Art eines Wärmetauschers oder mit sogenannten Peltier-Elementen in der Hohlkammer. Um eine breitbandigere Dämpfung zu erreichen, bilden eine Querunterteilung (16) der Hohlkammer (1) in mehrere unterschiedlich lange Röhren sowie eine absorbierende innere Wandauskleidung (17) der Hohlkammer (1) vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters (Fig. 3).

Eine beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters ist in Fig. 4 gezeigt. Die zusammen mit einem konventionellen passiven Dämpfer (18) an der gegenüberliegenden Kanalwand erreichten Dämpfungswerte in Fig. 5 repräsentieren die beiden Grenzfälle im Frequenzbereich in Abhängigkeit von der eingestellten Verstärkung (11). Den geringen Temperatureinfluß auf die Dämpfung des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters nach Fig. 4 unterstreicht die Gegenüberstellung der gemessenen Dämpfung bei 20°C und 150°C im Kanal in Fig. 6.

4. Vorteile gegenüber dem Stand der Technik

Die Vorteile des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters gegenüber bestehenden Schalldämpfern beziehen sich auf folgende Merkmale:

- Im Vergleich mit bekannten akustischen Wellenleitern erreicht der erfindungsgemäße gesteuerte Wellenleiter mit geringerem Bauvolumen (Hohlkammern bis ca. viermal kürzer) eine hohe Schalldämpfung bei tiefen Frequenzen.
- Der Frequenzbereich mit hoher Schalldämpfung des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters ist aufgrund der Adaptivität an veränderliche Schallspektren auf ca. 2 Oktaven erweitert.
- Der erfindungsgemäße gesteuerte Wellenleiter zeichnet sich durch eine einfache Konstruktion und insbesondere durch eine preiswerte analoge Verstärkung und Steuerung ohne aufwendige elektronische Filter oder digitale Signalanalyse aus.
- Weiterhin sind alle elektroakustischen Komponenten in der Hohlkammer des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters nachhaltig vor Einflüssen durch Strömung, Staub und aggressive Medien im Kanal geschützt.
- Dieser Schutz erstreckt sich ebenfalls auf hohe Temperaturen z.B. in Abgassystemen, da beim erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiter mehrere Möglichkeiten für eine effektive thermische Entkopplung vom Kanal gegeben sind.

5. Beschreibung der Bilder

- Fig. 1: Aufbau des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters
- Fig. 2: Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters mit einer Wärmedämmschicht (13) zwischen Hohlkammer (1) und Kanal (4), mit Kühlkörpern (14) als Teil der Hohlkammerwand, mit einer erzwungenen Kühlung (15) nach Art eines Wärmetauschers sowie mit einer absorbierenden inneren Wandauskleidung (17)
- Fig. 3: Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters mit einer Unterteilung der Hohlkammer (1) in mehrere unterschiedlich lange Röhren (16)

- Fig. 4: Beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen gesteuerten Wellenleiters mit einem konventionellen passiven Dämpfer (18) an der gegenüberliegenden Kanalwand (Abmessungen in mm)
- Fig. 5: Gemessene Einfügungsdämpfung des beispielhaften gesteuerten Wellenleiters nach Fig. 4 ohne und mit Verstärkung
- Fig. 6: Gemessene Einfügungsdämpfung des beispielhaften gesteuerten Wellenleiters nach Fig. 4 mit Verstärkung bei 20°C und 150°C Lufttemperatur im Kanal (4)
- Fig. 7: Beispielhafter gesteuerter Wellenleiter mit schräg vom Kanal (4) abstehender Hohlkammer (1)
- Fig. 8: Beispielhafter gesteuerter Wellenleiter mit einer an einem gekrümmten Kanal (4) anliegenden Hohlkammer (1)
- Fig. 9: Beispielhafte Anordnung mehrerer gesteuerter Wellenleiter an mehreren Seitenwänden eines Kanals (4)
- Fig. 10: Beispielhafter gesteuerter Wellenleiter mit aerodynamisch günstiger Gestaltung und Positionierung nach Art einer Mittelkulisser innerhalb eines großen Kanals (4)

6. Literatur

- [1] DE 19612572, Reinigbarer Schalldämpfer für tiefe Frequenzen.
- [2] Lamancusa; J.S.: An actively tuned passive muffler system for engine silencing. Proceedings Noise-Con 87, 1987, S. 313-318.
- [3] US 3913702, Cellular sound absorptive structure.
- [4] Okamoto, Y.; Boden, H.; Abom, M.: Active noise control in ducts via side-branch resonators. Journ. of the Acoust. Soc. of America 96 (1994), H. 9, S. 1533-1538.
- [5] DE 4226885, Schallabsorptionsverfahren für Kraftfahrzeuge.
- [6] US5233137, Protective ANC loudspeaker membrane.
- [7] DE 4027511, Hybrider Schalldämpfer.
- [8] Lippold, R., Lenk, A. : Schalldämpfung in Kanälen mit aktiv erzeugten Wand-admittanzen, Acustica 81 (1995), H. 4, S. 356-363.
- [9] WO 97/43754, Reaktiver Schalldämpfer.

Patentansprüche

1. Gesteuerter akustischer Wellenleiter nach Art einer langgestreckten Hohlkammer (1), der über eine Öffnung (2) an seiner ersten Stirnseite (3) mit einem schallführenden Kanal (4) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Längsresonanzen der Hohlkammer (1) auf ein zu dämpfendes Schallspektrum abstimmbar sind, indem mittels eines Mikrofons (10), das sich unmittelbar vor der Membran (8) mindestens eines Lautsprechers (9) an der zweiten Stirnseite (6) der Hohlkammer (1) befindet, die Membranschwingungen erfaßt werden und das Mikrofonsignal mit einem Verstärker (11) invertiert und in Abhängigkeit von einem das Schallspektrum im Kanal (4) charakterisierenden Signal eines Sensors (12) verstärkt an den Lautsprecher (9) rückgekoppelt wird.
2. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnung (2) mit einer schalldurchlässigen Schutzabdeckung (5) aus Lochblech, Vlies oder Folien versehen ist.
3. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohlkammer (1) senkrecht oder schräg vom Kanal (4) absteht oder an der geraden oder gekrümmten Kanalwand anliegt.
4. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich bei an der Wand des Kanals (4) anliegender Hohlkammer (1) eine Wärmedämmschicht (13) zwischen Kanal- und Hohlkammerwand befindet.
5. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wände der Hohlkammer (1) teil- oder vollflächig mit Kühlkörpern (11) ausgestattet sind.
6. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-5, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich in der Hohlkammer (1) eine erzwungene Kühlung (15) nach Art von Wärmetauschern oder Peltier-Elementen befindet.
7. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hohlkammer (1) durch eine Querunterteilung (16) in unterschiedliche lange Röhren geteilt ist.

8. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wände der Hohlkammer (1) teil- oder vollflächig mit einer schallabsorbierenden Verkleidung (17) ausgestattet sind.
9. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-8, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Sensor (12) für das im Kanal (4) auftretende Schallspektrum Temperaturfühler, Drehzahlgeber sowie Meßglieder für den Gasfluß von Brennern und Abgassystemen verwendet werden.
10. Gesteuerte Wellenleiter nach Anspruch 1-9, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere gesteuerte Wellenleiter an mehreren Seitenwänden von Kanälen (4) mit rechteckigem Querschnitt verwendet werden.
11. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1-9, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine ringförmige Hohlkammer (1) umlaufend um einen zylindrischen Kanal (4) verwendet wird.
12. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1,2 und 6-9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gesteuerte Wellenleiter aerodynamisch günstig gestaltet und nach Art einer Mittelkulisserie innerhalb eines großen rechteckigen oder zylindrischen Kanals (4) positioniert ist.
13. Gesteuerter Wellenleiter nach Anspruch 1 und 3-9, **dadurch gekennzeichnet**, daß statt der schalldurchlässigen Öffnung (2) eine akustisch wirksame Membran oder Platte die Verbindung zum Kanal (4) bildet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/10

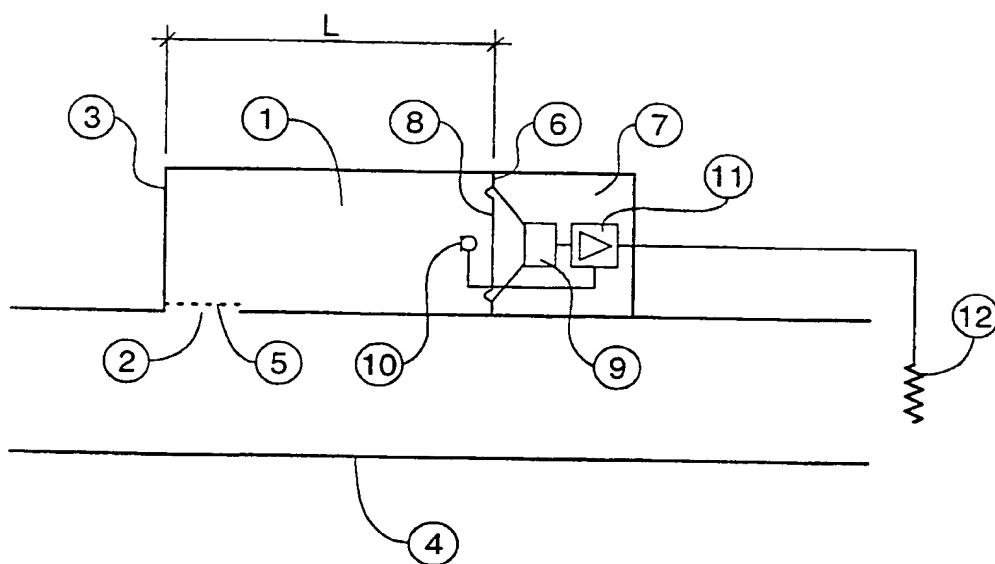


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

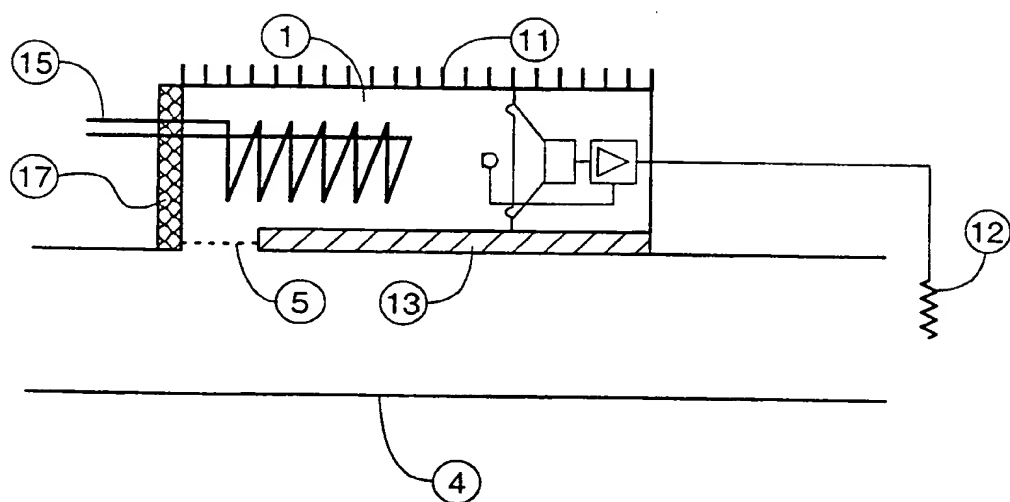


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

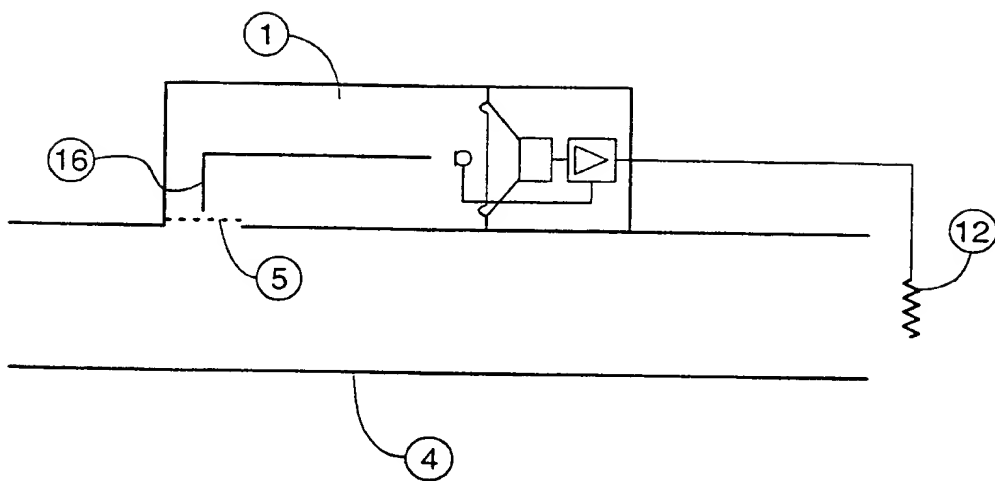


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

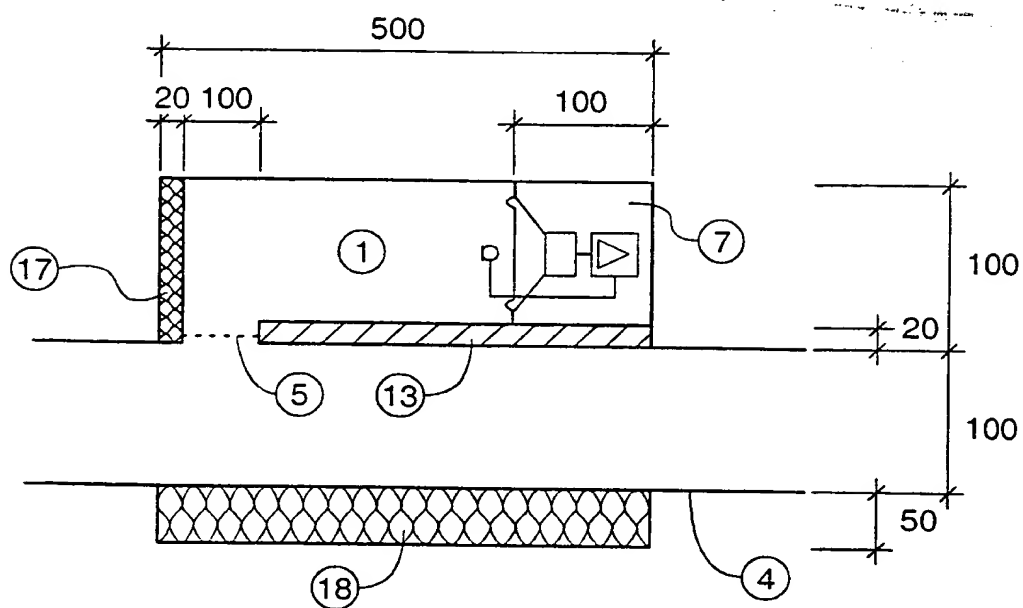


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/10

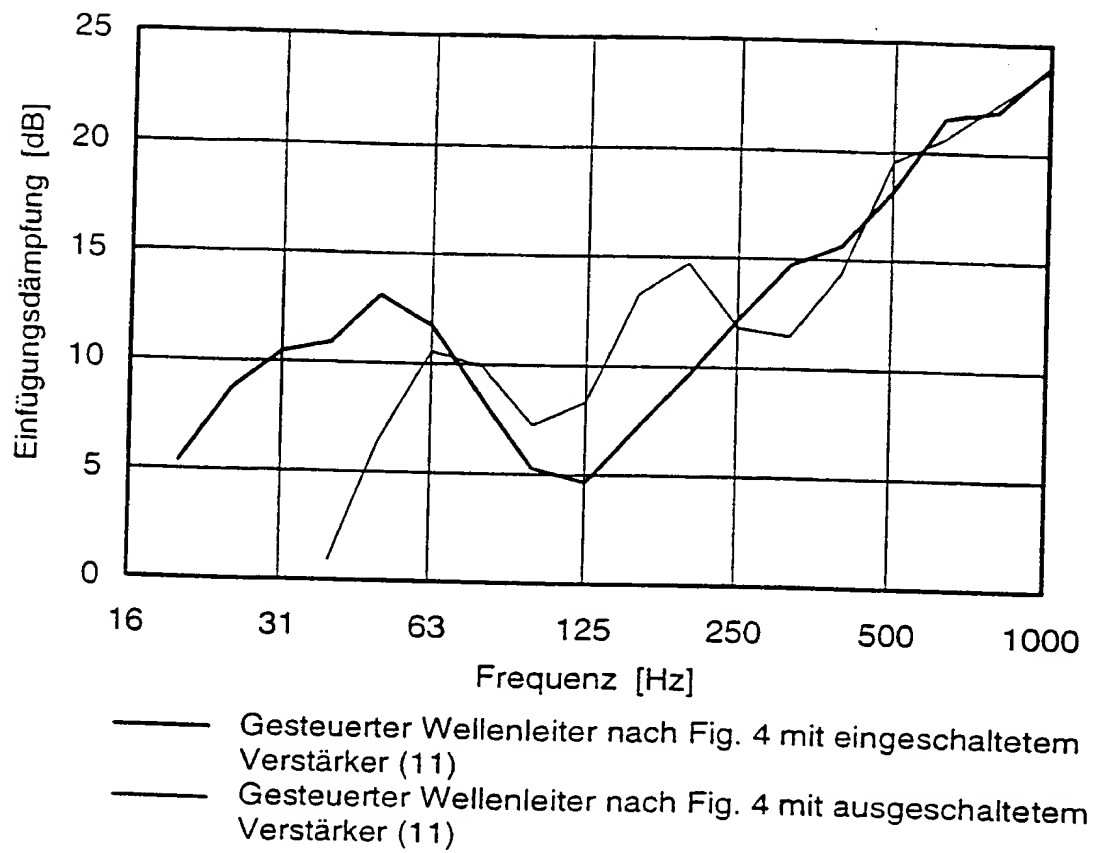


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/10

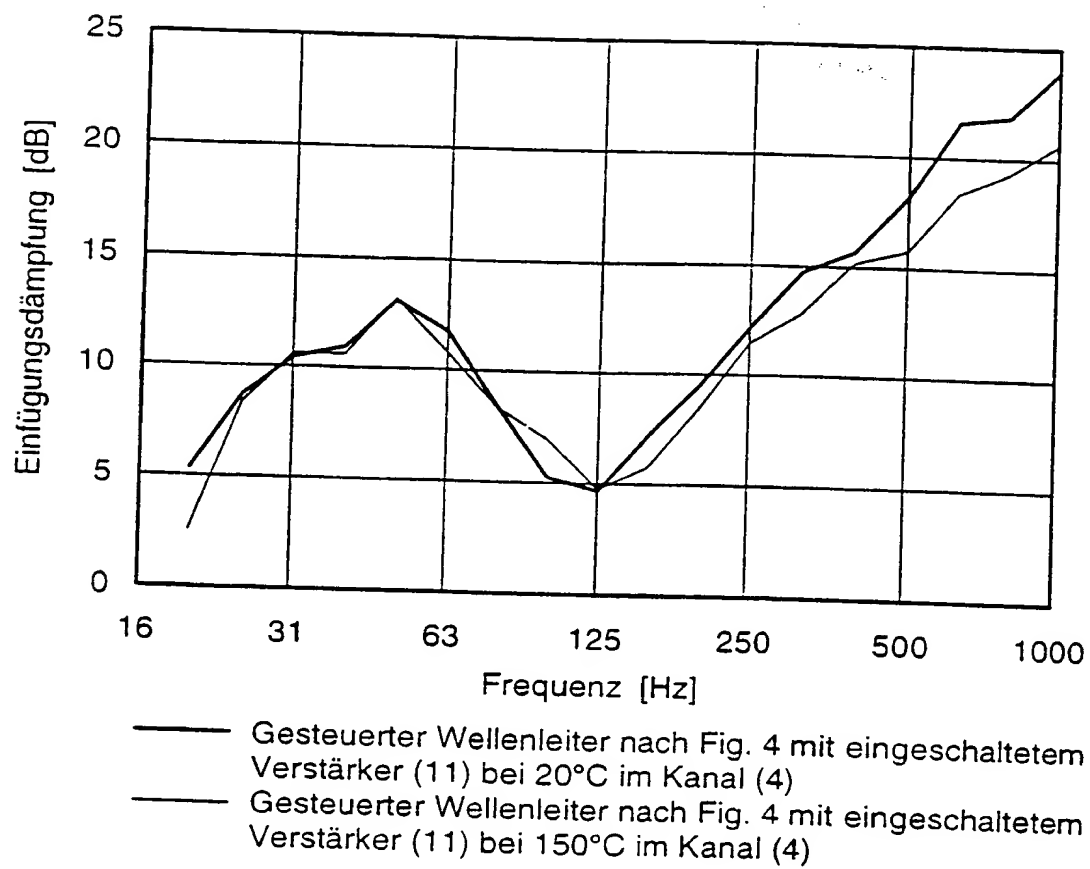


Fig. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

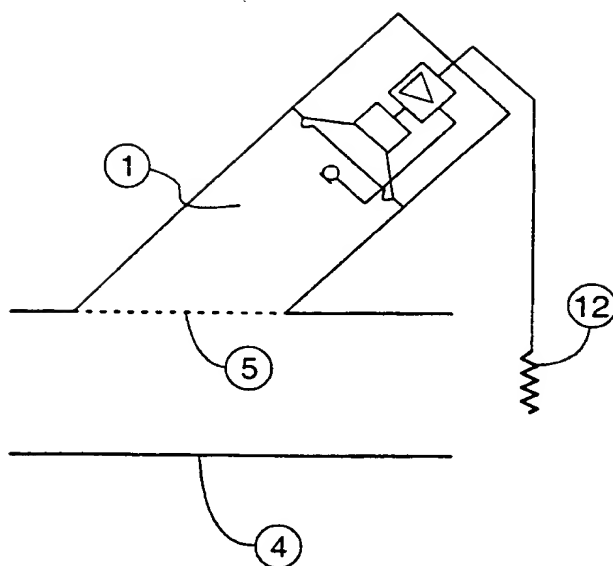


Fig. 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)

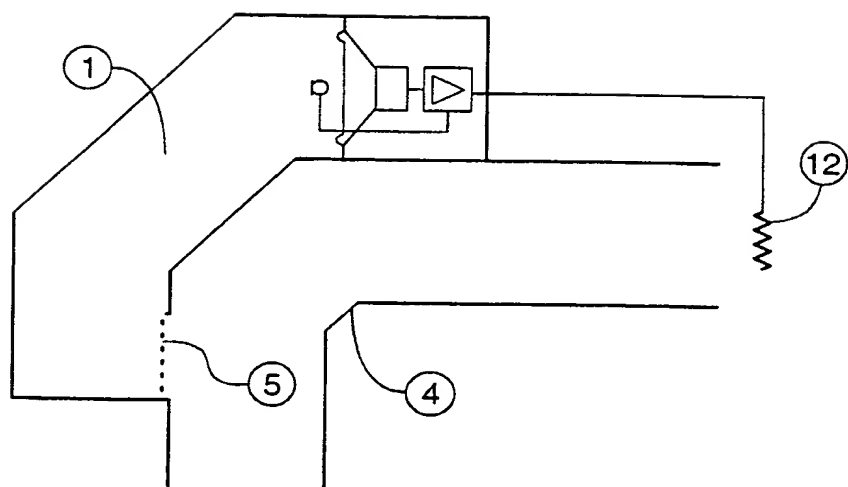


Fig. 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

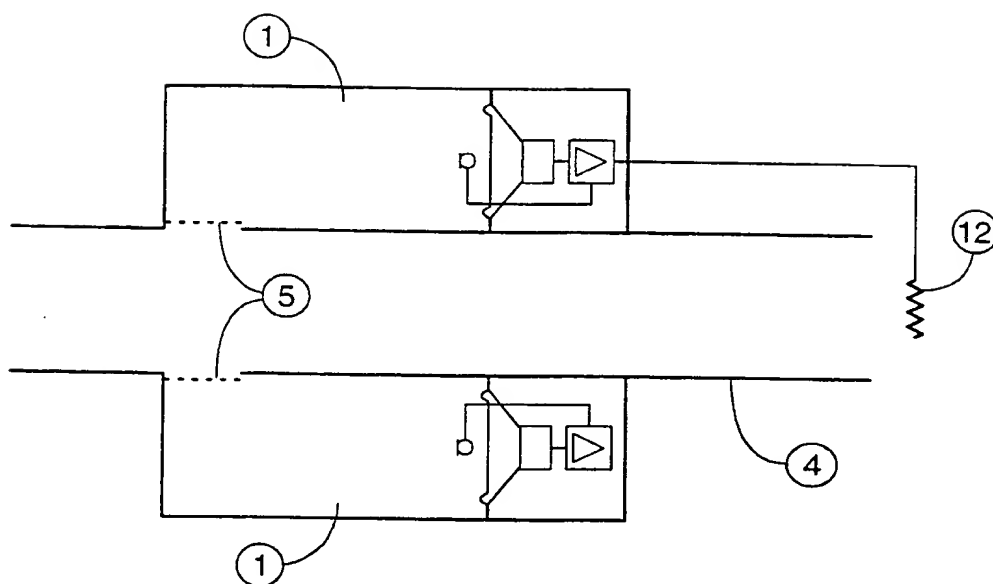


Fig. 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/10

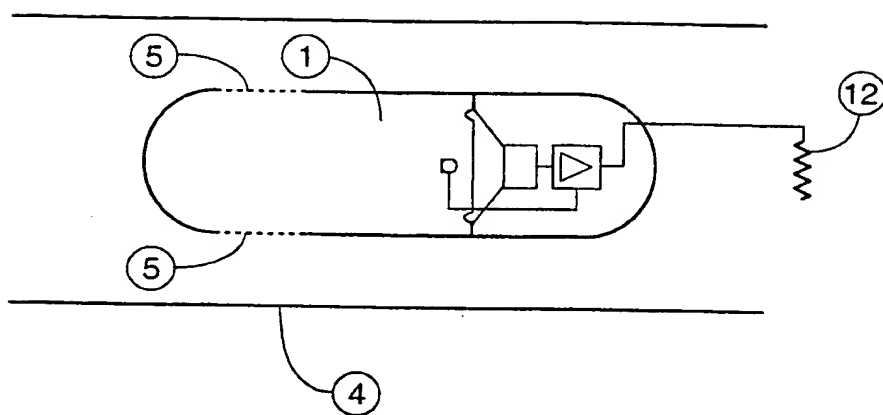


Fig. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/09966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G10K11/172 F01N1/06 F01N1/02 F01N1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G10K F01N F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 481 450 A (GILLET HEINRICH GMBH) 22 April 1992 (1992-04-22) column 5, line 53 -column 6, line 20; figure 1	1
A	US 4 527 282 A (CHAPLIN GEORGE B B ET AL) 2 July 1985 (1985-07-02) column 3, line 40 -column 4, line 16; figure 5	1
A	DE 44 46 080 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 27 June 1996 (1996-06-27) page 4, line 25 - line 55; figure 3	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2000

Date of mailing of the international search report

04/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Häusser, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/09966

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0481450	A	22-04-1992	DE 4033269 A	23-04-1992
			DE 59103494 D	15-12-1994
US 4527282	A	02-07-1985	AT 13953 T	15-07-1985
			AU 552258 B	22-05-1986
			AU 8764382 A	22-02-1983
			DE 3264276 D	01-08-1985
			EP 0085691 A	17-08-1983
			WO 8300580 A	17-02-1983
			GB 2105948 A, B	30-03-1983
			JP 58501292 T	04-08-1983
			NO 831276 A	11-04-1983
			ZA 8205676 A	29-06-1983
DE 4446080	A	27-06-1996	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09966

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G10K11/172 F01N1/06 F01N1/02 F01N1/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G10K F01N F16L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 481 450 A (GILLET HEINRICH GMBH) 22. April 1992 (1992-04-22) Spalte 5, Zeile 53 - Spalte 6, Zeile 20; Abbildung 1	1
A	US 4 527 282 A (CHAPLIN GEORGE B B ET AL) 2. Juli 1985 (1985-07-02) Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 16; Abbildung 5	1
A	DE 44 46 080 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 27. Juni 1996 (1996-06-27) Seite 4, Zeile 25 - Zeile 55; Abbildung 3	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. April 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchanbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Häusser, T

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09966

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0481450 A	22-04-1992	DE 4033269 A DE 59103494 D	23-04-1992 15-12-1994
US 4527282 A	02-07-1985	AT 13953 T AU 552258 B AU 8764382 A DE 3264276 D EP 0085691 A WO 8300580 A GB 2105948 A,B JP 58501292 T NO 831276 A ZA 8205676 A	15-07-1985 22-05-1986 22-02-1983 01-08-1985 17-08-1983 17-02-1983 30-03-1983 04-08-1983 11-04-1983 29-06-1983
DE 4446080 A	27-06-1996	KEINE	